

**IMPELEMENTASI GENERALISASI OTOMATIS
(AUTOMATIC GENERALIZATION)
PADA PETA TOPOGRAFI MULTISKALA
DI WILAYAH D.I. YOGYAKARTA**

M. Wariznu Wafiq
m.warizmi.w@mail.ugm.ac.id

Noorhadi Rahardjo
noorhadi@ugm.ac.id

Abstract

Until the 90s the map is identical to a static map printed on paper media. With the development of technology in the early 20th century, then the current map can already displayed a variety of media. One of the media that are highly developed today are maps in digital format through an electronic device. Map with this digital format allows a dynamic display and interaction by the user via the interface on the screen. Visualization of spatial data with maps based on digital devices can be enhanced with the use of automatic generalization. Automatic generalization involves the ability that can change the appearance and scale dependent themes with a view of a detailed dataset. This will minimize the need for geographic data in a fewer scale or different resolution. For these needs, the methods and techniques required in generalizing the geographic data. Generalization process automatically on Indonesia Topographic maps made in this study is at a scale of 1: 25,000 to a map scale of 1: 50,000, 1: 100,000 and 1: 250,000 can be done with a series of algorithms used in this study. Although the evaluation was conducted in map generalization results is still limited, but in general each generated maps are in accordance with the desired level of sale. There are no cartographic conflicts marked when cartographic generalization is done on the map results. However for some aspects of generalization for some aspects still need to be improved.

Keywords: automatic generalization, multiscale representation, spatial data infrastructure

Abstrak

Sampai pada tahun 90-an peta identik dengan peta statis yang dicetak pada media kertas. Dengan perkembangan teknologi yang pada awal abad ke 20, maka saat ini peta sudah dapat ditampilkan berbagai media. Salah satu media untuk menampilkan peta yang sedang berkembang saat ini adalah peta dalam format digital melalui perangkat elektronik. Peta dengan format digital ini memungkinkan tampilan yang dinamis serta interaksi oleh pengguna melalui antarmuka pada layar. Visualisasi data spasial dengan peta berbasis pada perangkat digital bisa ditingkatkan kemampuannya dengan penggunaan generalisasi dinamis. Generalisasi dinamis melibatkan kemampuan untuk menampilkan peta yang dapat berubah skala penampilan dan tema dependen dengan tampilan dari suatu *dataset* yang detail. Hal ini akan meminimalisir kebutuhan data geografis yang sama dalam beberapa skala/resolusi yang berbeda. Untuk kebutuhan-kebutuhan ini maka dibutuhkan metode dan teknik dalam melakukan generalisasi data geografis tersebut. Proses generalisasi secara otomatis pada peta Rupabumi Indonesia yang dibuat pada penelitian ini adalah pada skala 1:25.000 menjadi peta skala 1:50.000, 1:100.000, dan 1:250.000 dapat dilakukan dengan rangkaian algoritma yang digunakan dalam penelitian ini. Meskipun evaluasi yang dilakukan pada peta hasil generalisasi masih bersifat terbatas, tetapi secara umum tiap-tiap peta yang dihasilkan sudah sesuai dengan tingkatan skala yang diinginkan dengan ditandai tidak terdapat konflik kartografis yang mencolok pada peta hasil generalisasi. Meskipun demikian untuk beberapa aspek generalisasi untuk beberapa aspek masih perlu ditingkatkan

Kata kunci : generalisasi otomatis, representasi multiskala, infrastruktur data spasial

PENDAHULUAN

Pemodelan objek di permukaan bumi pada bidang datar dalam skala lebih kecil diwujudkan dalam bentuk peta. Pembuatan peta selalu membutuhkan teknik generalisasi untuk proses pembuatannya, terlepas dari media yang digunakan baik kertas atau digital. Proses dalam melakukan reduksi data dan menyesuaikan informasi yang akan ditampilkan dinamakan proses generalisasi kartografis Muller (1991), Weibel & Dutton (1999).

Buttenfield dan Macaness (1991) menjelaskan bahwa proses visualisasi adalah merepresentasikan informasi untuk keperluan pengenalan, komunikasi dan interpretasi suatu pola dan struktur. Prinsip-prinsip standarisasi proses generalisasi peta sudah mulai dikembangkan oleh para kartografer sejak awal abad 19.

Sampai pada tahun 90-an peta identik dengan peta statis yang dicetak pada media kertas. Dengan perkembangan teknologi yang pada awal abad ke 20, maka saat ini peta sudah dapat ditampilkan berbagai media. Salah satu media untuk menampilkan peta yang sedang berkembang saat ini adalah peta dalam format digital melalui perangkat elektronik. Peta dengan format digital ini memungkinkan tampilan yang dinamis serta interaksi oleh pengguna melalui antarmuka pada layar. Dengan interaksi dan tampilan dinamis tersebut maka kartografer bisa membuat peta yang dapat menyesuaikan kebutuhan visualisasi. Salah satu kemampuan visualisasi interaktif pada peta digital adalah kemampuan untuk menampilkan peta secara multiskala sehingga memungkinkan proses memperbesar (*zoom in*) atau memperkecil (*zoom out*) tampilan peta. Kemampuan visualisasi tersebut akan sangat bermanfaat untuk menampilkan peta pada cakupan daerah yang luas.

Bidang teknologi geoinformasi dan kartografi mengalami perkembangan pesat dengan keberadaan jaringan internet yang memudahkan dan mempercepat proses transfer data. Saat ini penggunaan peta digital marak dan merambah ke pengguna-pengguna awam yang membutuhkan informasi mengenai posisi-posisi spasial di sekitar mereka. Hal ini juga didukung dengan

kemampuan perangkat-perangkat bergerak telekomunikasi portabel seperti *handphone* atau laptop yang semakin mumpuni dan praktis dalam menampilkan peta, sehingga kemungkinan pengembangan kartografi ke arah ini sangat luas. Selain perkembangan pada sisi perangkat keras perkembangan teknologi juga terjadi pada perangkat lunak infrastruktur data spasial (SDI). Perkembangan ini terjadi terutama pada teknologi untuk menampilkan peta berbasis jaringan (web) juga mulai dikembangkan dan dibakukan melalui program berbasis sumber terbuka (*open source*) oleh *open geospatial consortium* (OGC). *Web map service* (WMS) adalah standar penerapan untuk menampilkan peta digital yang dikembangkan oleh konsorsium tersebut. WMS memiliki kemampuan untuk menampilkan peta digital multiskala.

Berdasarkan latar belakang kondisi yang ada di daerah kajian, maka dirumuskan permasalahan yang terjadi antara lain adalah:

1. Perkembangan teknologi visualisasi peta tidak diimbangi dengan kemampuan generalisasi peta.
2. Pemetaan pada format digital multiskala terkadang kurang memperhatikan aspek representasi pada skala tertentu yang membuat peta tidak akurat, atau informasi yang disajikan kurang sesuai dengan skala penyajian.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai acuan dalam pemecahan masalah seperti berikut: 1) Bagaimana cara melakukan proses generalisasi pada peta topografi skala 1:25.000 yang sesuai dengan kaidah kartografi untuk mencapai skala 1:50.000, 1:100.000, dan 1:250.000? Serta 2) bagaimana cara melakukan representasi peta topografi hasil generalisasi pada beberapa tingkatan skala?

METODE PENELITIAN

Daerah penelitian adalah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemilihan daerah ini berdasarkan pada beberapa pertimbangan salah satu di antaranya adalah keragaman bentuk topografi di Provinsi. Daerah Istimewa Yogyakarta. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki kenampakan perkotaan, serta kawasan pedesaan serta keberagaman kenampakan topografi alamnya. Kenampakan

bentang lahan yang beragam ini dapat menguji apakah pemilihan metode-metode generalisasi yang dilakukan pada penelitian ini cukup untuk representatif.

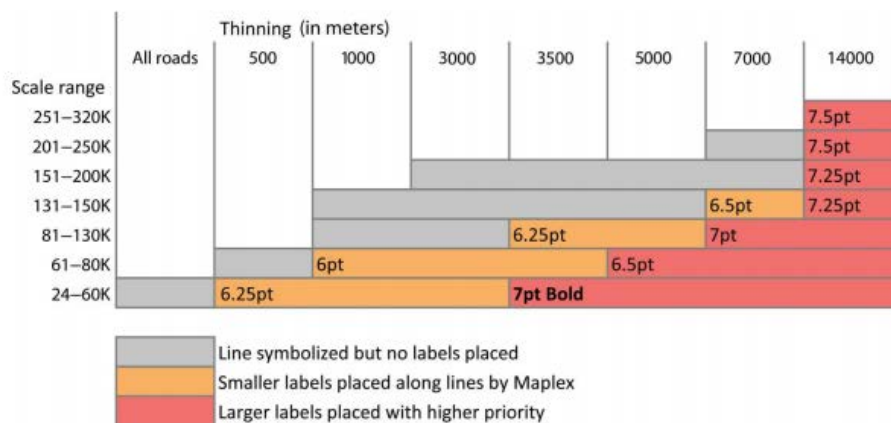
Alat dan Bahan

1. Seperangkat komputer
2. Perangkat lunak Microsoft Office
3. Perangkat lunak Microsoft Visio
4. Perangkat lunak ArcGIS 10.2
5. Perangkat lunak QGIS
6. Perangkat lunak Geoserver (WMS)
7. Perangkat lunak Postgis (database)
8. Alat Tulis
9. Kamera untuk keperluan dokumentasi
10. Peta RBI digital Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta skala 1:25.000
11. Dokumen SNI Rupabumi Indonesia
12. Referensi dari penelitian terdahulu

mengeliminasi jalan dengan batasan minimal tertentu secara bertahap sesuai dengan tingkatan skala yang ingin dicapai. Selain itu, terdapat petunjuk dalam skala berapa sebaiknya label nama jalan harus disajikan. Selain berdasarkan panjang jalan, pemilihan tingkat jalan akan didasarkan pada orde jalan yang mengurutkan jalan berdasarkan tingkat “kepentingan”-nya dalam aspek kartografi.

Algoritma Generalisasi bangunan

Proses generalisasi titik utilitas dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti: reduksi dan seleksi (b), reduksi dan simplifikasi (c), reduksi dan perbesaran (d), serta pemidahan (e). Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah reduksi dan seleksi. Metode ini dapat mengurangi jumlah utilitas yang ditampilkan dengan mempertahankan



Gambar 1. Parameter generalisasi jalan Brewer, C.A. \

Tahap Penelitian

Implementasi Proses Generalisasi Otomatis

Proses generalisasi otomatis dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan evaluasi terhadap *digital landscape model* (DLM) yang digunakan. Secara sederhana proses yang dilibatkan adalah 1) generalisasi pada database, 2) pengayaan data (data enrichment), 3) generalisasi grafis dan simbolisasi, dan 4) penyajian *digital cartographic model* (DCM).

Algoritma Generalisasi Transportasi

Mengambil dari metode Brewer (2013) proses generalisasi jalan bisa dilakukan dengan metode *thin roads* (eliminasi jalan) serta simbolisasi jalan. Metode ini

orde bangunan yang akan ditentukan pada proses *data enrichment*.

Algoritma Generalisasi Hipsografi

Metode generalisasi objek hipsografi dilakukan berdasarkan pada penelitian Imhof (1982) yang meneliti tentang representasi topografi pada peta. Pada penelitian ini dijelaskan referensi skala yang sesuai dengan tipe visualisasi permukaan, baik menggunakan kontur, bayangan (*shaded relief*), serta warna ketinggian.

Algoritma Generalisasi Hidrografi

Mengambil dari Buttenfileld dkk (2011) generalisasi fitur hidrografi meliputi tahapan 1) pengukuran lebar sungai 2) penghilangan sungai yang terlalu kecil 3) mengharmonisasikan bentuk sungai 4) Menambahkan data sungai (orde) 5) simplifikasi

jaringan sungai dan penggabungan 6) pengurangan jaringan sungai berdasarkan batas minimum panjang sungai.

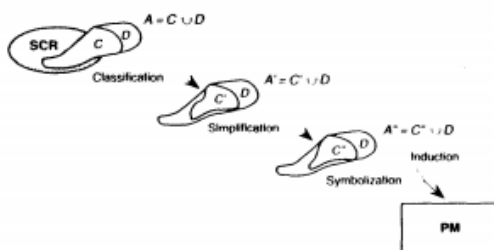
Proses ini meliputi simbolisasi dan pembuatan antarmuka yang akan digunakan pengguna dalam membaca peta. Model antarmuka yang

Tabel 1. Parameter yang digunakan pada generalisasi unsur hidrografi sungai (Buttenfield, 2011)

	1:25.000	1:50.000	1:100.000
Panjang sungai minimum (m)	250	600	1600
Ukuran buffer untuk pemangkasan kepadatan (density pruning) (m)	120	400	1200
P maks persentasi tampalan buffer	50	50	50
<i>S strahler order</i>	3	3	3
L panjang dari sumber terjauh (m)	1000	1500	3200
B jumlah cabang ke hulu / atas	4	8	16

Algoritma Generalisasi Penggunaan Lahan

Metode generalisasi penggunaan lahan menggunakan algoritma klasifikasi, simplifikasi, dan simbolisasi seperti yang dijelaskan oleh McMaster (1989).



Gambar 2. Proses generalisasi pada tipe data area (Mc Master, 1989)

Algoritma Generalisasi Toponimi

Proses generalisasi pada penyajian toponimi mengikuti algoritma *toponymic tree method*. Algoritma ini akan mengurutkan peringkat pentingnya penyajian toponimi pada peta. Toponimi pada peta rupabumi Indonesia dapat diurutkan sesuai tingkatan administrasi, di mana toponimi Provinsi akan membawahi toponimi kabupaten dan kota, toponimi kabupaten dan kota akan membawahi toponimi kecamatan, dan seterusnya.

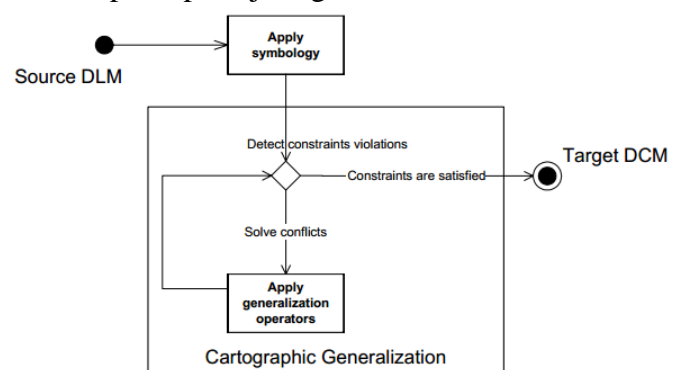
Tingkatan ini akan mempengaruhi simbolisasi serta penghilangan nama toponimi jika toponimi pada tingkatan yang lebih detil ditampilkan pada skala kecil, dan sebaliknya.

Penyajian Peta Digital Multiskala

Algoritma-algoritma generalisasi yang ada akan mengubah DLM menjadi DLM dengan skala yang lebih kecil. Untuk menampilkannya pada peta maka dibutuhkan proses mengubah DLM tersebut menjadi DCM yang dapat dibaca oleh pengguna.

dibuat diharapkan dapat memungkinkan interaksi peta multiskala yang baik secara tampilan maupun secara performa.

Pada *platform* WMS hal ini dimungkinkan karena WMS memiliki kapabilitas untuk menampilkan data multiskala pada *browser* internet. Secara standar metode pembuatan simbolisasi pada WMS adalah menggunakan *styled layer description* (SLD). SLD mengubah data vektor pada DLM untuk digambarkan menjadi partisi gambar raster dalam format PNG. Penggunaan partisi raster untuk menampilkan peta secara multiskala terbukti dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam memuat peta (meningkatkan performa peta), ini dimungkinkan karena satu ukuran partisi gambar hanya berukuran 156 kb. Penggunaan partisi lebih efisien dibandingkan ketika pengguna peta harus menggambarkan (*rendering*) seluruh DLM yang dibutuhkan pada komputer pada jaringan internet.



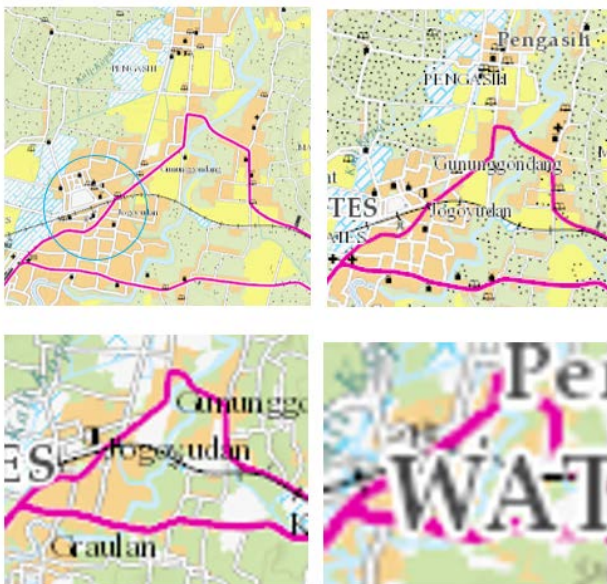
Gambar 3. Skema penggunaan SLD untuk mengubah DLM menjadi DCM (Forester, 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Hasil Generalisasi Antar Skala

Dari hasil generalisasi otomatis diambil bagian peta dan dibahas lebih lanjut terhadap hasil generalisasi yang sudah dicapai. Pada gambar 4. ditampilkan peta 1:25.000 dan peta hasil generalisasi otomatis pada skala 1:50.000, 1:100.000, dan 1:250.000 di daerah Wates. Tampilan contoh tidak ditampilkan pada skala sebenarnya dan pada peta skala 1:100.000 & 1:250.000 gambar terlihat pecah karena perbesaran yang melebihi resolusi skala peta, tetapi tampilan peta secara umum masih dapat diidentifikasi.

Hasil generalisasi secara otomatis terlihat dapat menggeneralisasi jalan secara baik pada daerah ini. Bisa dilihat pada pusat Kota Wates dan sekitarnya (lingkarna biru) kenampakan jaringan jalan berkurang secara berkala pada peta skala 1:50.000, 1:100.000, dan peta 1:250.000. Untuk unsur bangunan terlihat juga proses generalisasi yang terjadi. Dapat dilihat pada kenampakan peta bagaimana banyaknya tampilan unsur bangunan yang ditampilkan berkurang dari skala 1:25.000 menjadi skala 1:50.000. Dari hasil generalisasi pada skala 1:100.000 unsur bangunan yang ditampilkan hanya unsur kantor polisi.



Gambar 4. Evaluasi peta hasil generalisasi

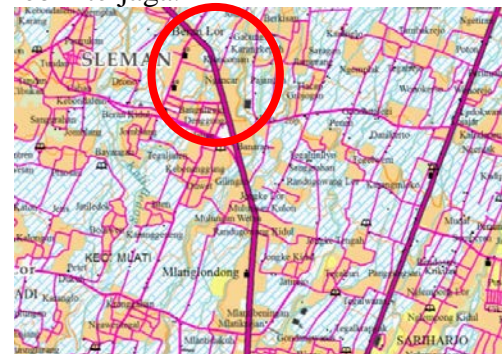
Secara umum peta multiskala yang didapatkan dari proses generalisasi secara otomatis sudah memuaskan. Gambaran peta secara umum dianggap tetap konsisten dan dengan hasil yang minim konflik kartografis. Meskipun demikian beberapa hasil peta masih dianggap dapat ditingkatkan. Salah satu contohnya adalah inkonsistensi dalam

penempatan label pada peta multiskala. Dapat dilihat pada skala 1:50.000 dan 1:100.000 toponimi Wates berada pada barat peta, sedangkan pada skala 1:250.000 posisinya berubah menjadi ke timur peta. Untuk menjelaskan proses generalisasi untuk tiap unsur, maka dijelaskan proses generalisasi untuk beberapa unsur. Pemilihan perubahan skala pada contoh didasarkan kepada perubahan antar skala yang paling ekstrim.

Unsur Toponimi

Generalisasi toponimi pada skala 1:50.000 dari skala 1:25.000 adalah generalisasi konseptual berupa penghilangan unsur toponimi kelurahan/dusun. Konsep yang digunakan adalah bahwa pada skala 1:50.000 unsur toponimi tersebut sudah tidak terlalu signifikan pada peta.

Hasil yang dicapai pada generalisasi toponimi skala 1:50.000 dari skala 1:25.000 dapat dilihat dari evaluasi pada gambar dibawah. Dapat dilihat bagaimana unsur kelurahan/dusun jika digambarkan pada skala 1:50.000 (hasil pengecilan), akan membuat peta terlalu padat dan ukuran tulisan yang kecil membuat keterbacaan kepada pengguna sulit. Pada peta hasil generalisasi dengan menghilangkan tampilan toponimi tersebut maka tampilan peta (*clarity*) secara umum lebih terjaga.

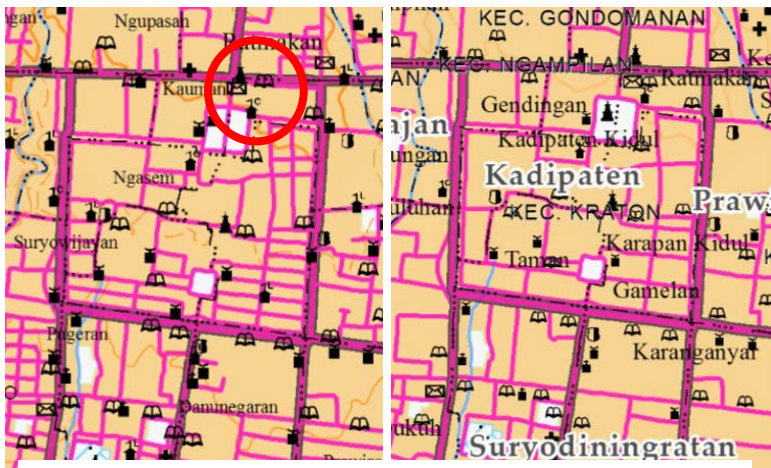


Gambar 5. Unsur toponimi skala 1:50.000 hasil pengecilan dari skala 1:25.000 (kiri) dan unsur toponimi skala 1:50.000 hasil generalisasi (kanan)

Unsur Bangunan

Pada unsur bangunan pada peta target skala 1:50.000, semua unsur bangunan yang ada pada peta skala 1:25.000 tetap dipertahankan. Dengan demikian, proses generalisasi bangunan dari skala 1:25.000 menjadi skala 1:50.000 sepenuhnya merupakan generalisasi grafis baik pemindahan (*displacement*) dan penghilangan (*ommitance*).

Perbandingan hasil peta pengecilan (tanpa generalisasi) dan peta yang telah digeneralisais dapat dilihat pada gambar 6. Pada lingkaran merah dapat dilihat bagaimana penyelesaian konflik kartografis terhadap unsur kantor pos, bangunan bersejarah (benteng Verdeburg), kantor camat, serta sarana pendidikan. Konflik kartografis terjadi adalah unsur-unsur tersebut seolah-olah berada pada jalan. Benteng Verdeburg bahkan terkesan berada pada sisi bangunan yang salah (seharusnya berada pada sisi utara jalan). Pada peta hasil generalisasi (kanan) dapat terlihat bagaimana pemindahan dilakukan pada unsur-unsur tersebut sehingga menunjukkan kesan posisi yang lebih baik.



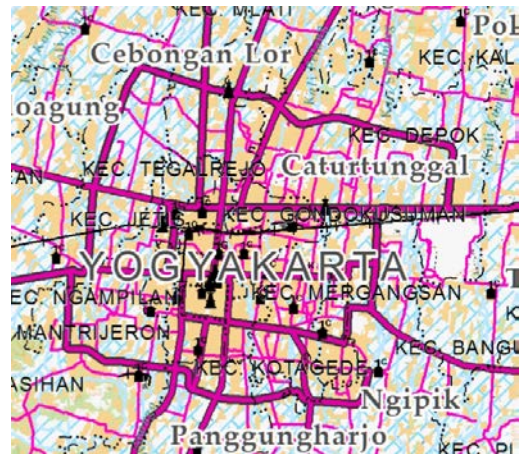
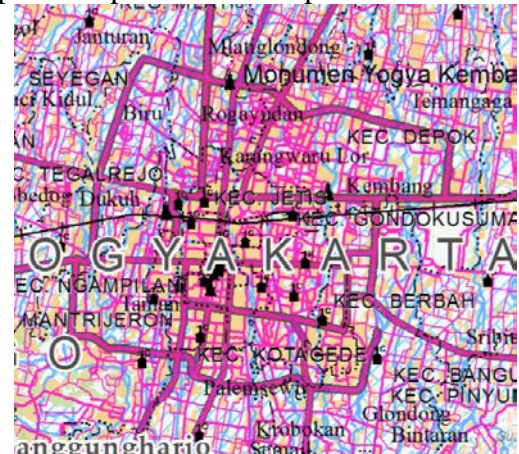
Gambar 6. Unsur bangunan skala 1:50.000 hasil pengecilan dari skala 1:25.000 (kiri) dan unsur toponimi skala 1:50.000 hasil generalisasi (kanan)

Unsur Transportasi

Pada unsur transportasi skala 1:250.000, terjadi seleksi dan hanya memetakan unsur yang lebih tinggi daripada jalan lokal. Meskipun demikian, dapat terlihat dari peta 1:250.000 hasil pengecilan bahwa peta yang dihasilkan masih terlalu padat. Hasil dari proses generalisasi jalan yang menguraikan unsur jaringan yang terlalu padat seperti dapat dilihat pada gambar 7.

Dengan membandingkan antara peta skala 1:250.000 hasil pengecilan dan hasil generalisasi terlihat bagaimana perubahan kepadatan jaringan jalan, terutama di dalam area *ring road*. Dari hasil inspeksi secara visual hasil proses generalisasi pada jaringan

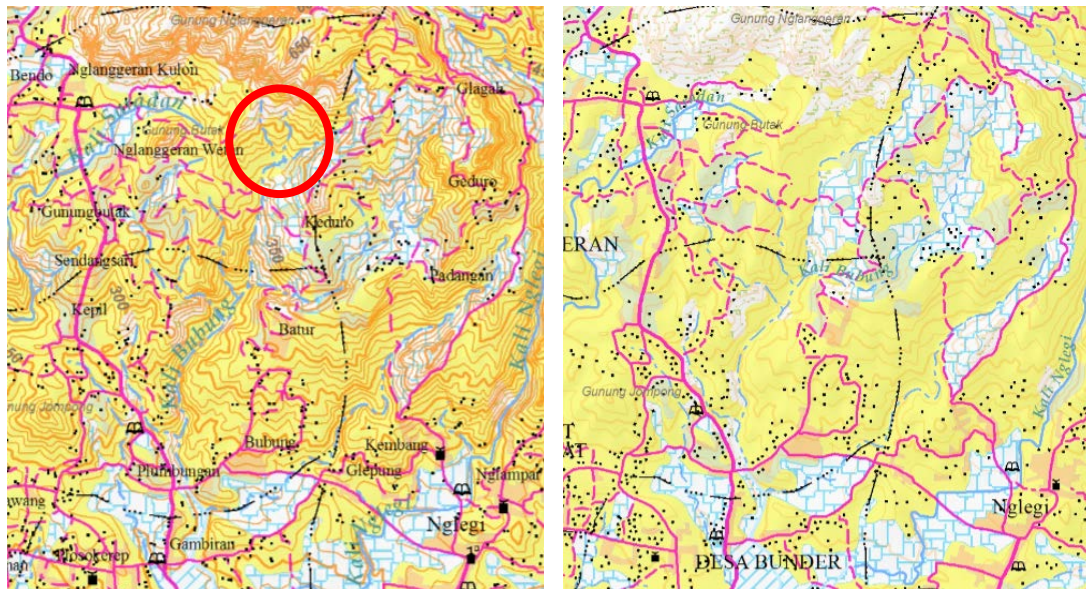
jalan pada peta skala 1:250.000 tetap memiliki konduktivitas jaringan yang baik. Meskipun demikian untuk beberapa lokasi dianggap perlu melakukan generalisasi tahap lanjut seperti simplifikasi untuk perubahan bentuk.



Gambar 7. Unsur transportasi skala 1:100.000 hasil pengecilan dari skala 1:50.000 (atas) dan unsur toponimi skala 1:100.000 hasil generalisasi (bawah)

Unsur Hidrologi Peta Skala 1:50.000

Proses generalisasi unsur hidrologi pada peta skala 1:25.000 menjadi 1:50.000 menekankan pada proses pengurangan jaringan sungai (*pruning*). Seluruh unsur hidrologi yang dipetakan pada skala 1:25.000 tetap dipertahankan (sungai dan sungai musiman). Pengurangan dilakukan dengan pendekatan mengurangi sungai dengan orde tertinggi dengan batasan panjang tertentu. Dengan asumsi demikian maka dapat diperkirakan bahwa unsur hidrologi yang akan hilang adalah beberapa unsur sungai musiman dengan kelas tidak dianggap signifikan karena ordenya.



Gambar 8. Unsur hipsografi skala 1:50.000 hasil pengecilan dari skala 1:25.000 (kiri) dan unsur toponimi skala 1:50.000 hasil generalisasi (kanan)

Dengan merujuk pada gambar 8 dapat terlihat proses generalisasi menghilangkan unsur cabang yang terdapat pada unsur sungai musiman. Meskipun pada contoh ini tidak terdapat konflik kratografis meskipun unsur sungai musiman tersebut tetap ditampilkan, tetapi pengurangan tersebut dianggap penting dalam generalisasi. Hal ini dilakukan untuk mengurangi unsur sungai secara gradual. Selain itu, unsur hidrologi dengan panjang relatif kecil tersebut dapat dianggap tidak terlalu penting untuk ditampilkan pada peta dengan skala yang lebih kecil.

Unsur Penutup Lahan

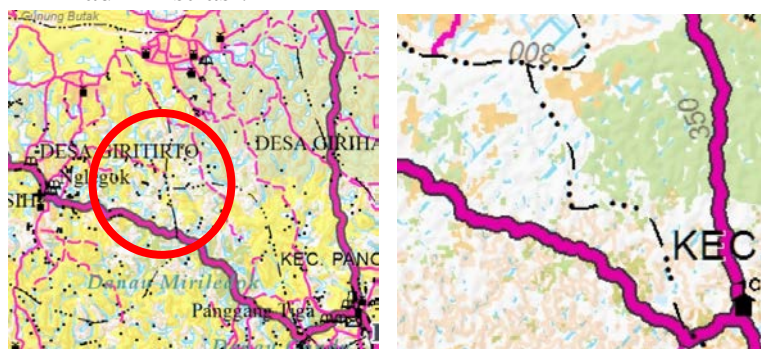
Unsur-unsur penutup lahan yang dipetakan pada peta skala 1:250.000 memiliki beberapa kelas simbol yang berbeda sehingga dapat dikatakan mengalami generalisasi konseptual. Salah satu contoh yang paling mencolok adalah perubahan beberapa simbol. Selain itu generalisasi pada penutup lahan untuk peta skala 1:100.000 menjadi skala 1:250.000 tetap menggunakan generalisasi dengan konsep penggabungan berdasarkan luas dan keliling.

Pada gambar 9. dapat terlihat bagaimana unsur ladang yang berwarna kuning berubah simbolnya menjadi warna putih. Perubahan ini dikarenakan penggabungan kelas dengan unsur penutup lahan berupa rumput.

Unsur Batas Administrasi

Unsur batas administrasi pada peta rupabumi Indonesia skala 1:100.000 sudah mengalami generalisasi secara konseptual. Pada skala 1:250.000 coba dilakukan generalisasi lebih lanjut dengan sedikit menyederahkan bentuk dari batas administrasi.

Pada gambar 9. di lingkaran berwarna merah dapat diamati bagaimana perubahan bentuk pada batas administrasi setelah dilakukn generalisasi pada skala 1:250.000. Karena efek simplifikasi dan simbol pada hasil generalisasi secara vsiaul mungkin dapat terjadi distorsi terhadap interpretasi batas administrasi.

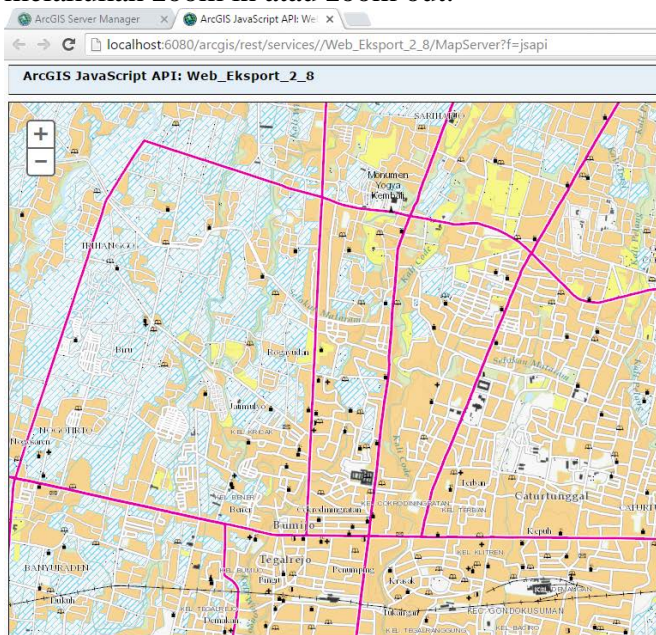


Gambar 9. Unsur penutup lahan dan batas administrasi skala 1:250.000 hasil pengecilan dari skala 1:100.000 (kiri) dan unsur toponimi skala 1:250.000 hasil generalisasi (kanan)

Publikasi dan Penyebaran Peta Multiskala pada Jaringan Internet

Semiasi peta multiskala pada media daring (online) dilakukan dengan menggunakan beberapa infrastruktur peta. Secara umum skema yang digunakan dalam menampilkan peta multiskala adalah dengan menggunakan *prinsip web map services* yang menampilkan peta yang sudah dirender kepada pengguna.

Untuk menggunakan peta multiskala pada komputer maka pengaturan antar muka (interface) dianggap sangat penting. Pada peta online yang dibuat karena bersifat peta topografi yang memiliki simbol yang dianggap umum dan mudah dipahami maka penggunaan antar muka yang digunakan memiliki tipe yang minimalis. Penggunaan antar muka minimalis memungkinkan pengguna untuk memaksimalkan layar komputer atau handphone untuk melihat peta. Sedangkan untuk interaksi pengguna dapat melakukan *drag* untuk menggeser peta serta *scroll* atau *pinch* pada *smartphone* untuk melakukan zoom in atau zoom out.



Gambar 10. Tampilan antarmuka peta multiskala online yang memiliki tampilan minimalis

KESIMPULAN

1. Proses generalisasi secara otomatis pada peta Rupabumi Indonesia pada skala 1:25.000 menjadi peta skala 1:50.000, 1:100.000, dan 1:250.000 dapat dilakukan dengan rangkaian algoritma yang digunakan dalam penelitian ini. Meskipun

evaluasi yang dilakukan pada peta hasil generalisasi masih bersifat terbatas, tetapi secara umum tiap-tiap peta yang dihasilkan sudah sesuai dengan tingkatan skala yang diinginkan dengan ditandai tidak terdapat konflik kartografis yang mencolok pada peta hasil generalisasi. Meskipun demikian untuk beberapa aspek generalisasi seperti penyederhanaan bentuk jaringan jalan, sungai dan batas administrasi serta generalisasi penutup lahan perlu dikembangkan algoritma yang lebih baik.

2. Peta topografi hasil generalisasi dapat disajikan secara multiskala dengan skema *web map services*. Hasil representasi peta multiskala dapat dikategorikan baik jika dibandingkan dengan representasi peta multiskala lainnya sebagai pembanding. Kendala yang cukup signifikan pada penampikan peta multiskala secara digital adalah bagaimana menampilkan unsur toponimi agar dapat mudah dibaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Automating conflict resolution and generalization workflows with geoprocessing (<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tutorials/cartography-toolbox/conflict-resolution-and-generalization-with-geoprocessing.htm>)
- Baella, B., and M. Pla. 2005. "Reorganizing the Topographic Databases of the Institut Cartographic de Catalunya Applying Generalization." In Proceedings of the 8th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation. A Coruña: ICA Commission on Generalisation and Multiple Representation.
- Brewer, C.A., Battenfield, B.P. and Ustry, E.L., 2009, November. Evaluating generalizations of hydrography in differing terrains for The National Map of the United States. In Proceedings, 24th International Cartographic Congress.
- Battenfield, B.P., Stanislawski, L.V. and Brewer, C.A., 2011. Adapting generalization tools to physiographic diversity for the United States National Hydrography Dataset. *Cartography and Geographic Information Science*, 38(3), pp.289-301.
- Foerster, T., J. E. Stoter, and M. Kraak. 2010. "Challenges for Automated Generalisation at

European Mapping Agencies: A Qualitative and Quantitative Analysis.” *The Cartographic Journal* 47 (1): 41–54.

Generalizing large datasets using partitions.
(<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/cartography-toolbox/generalizing-large-datasets-using-partitions.htm>)

Handoyo, Y.S., 2002, “Visualisasi Kartografis Digital Berdasarkan Analisis Kognitif Visual”, Disertasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Hisanah, N.N., 2015. Kajian Teknis Penerapan Generalisasi Peta Rupabumi Indonesia (RBI) dari Skala 1: 50.000 Menjadi Skala 1: 250.000. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(4), pp.248-256.

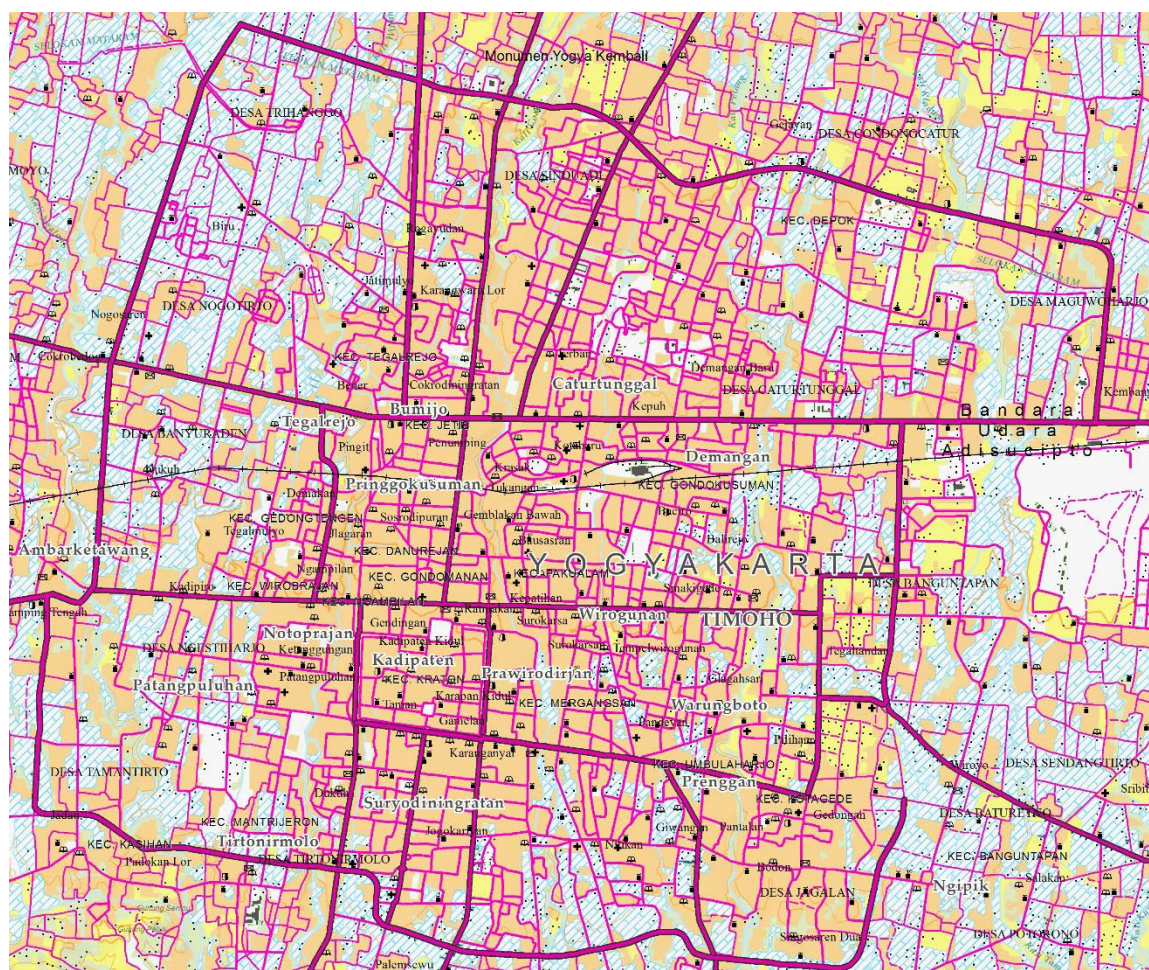
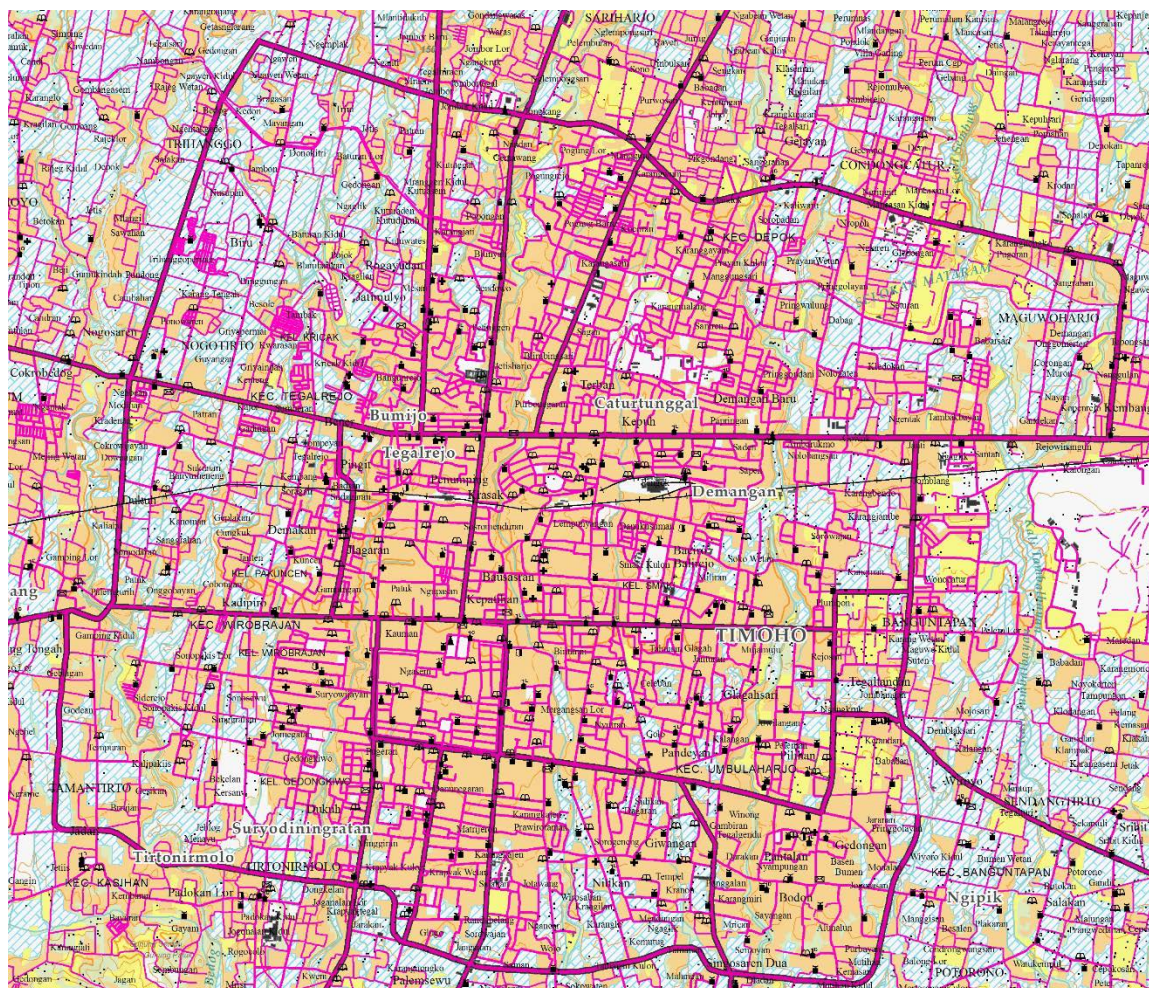
Imhof. 1982. *Cartographic Relief Presentation*. Walter de Gruyter & Co, Berlin

Lecordix, F., J. L. Gallic, L. Gondol, and A. Braun. 2007. “Development of a New Generalization Flowline for Topographic Maps.” In 10th ICA workshop on Generalisation and Multiple Representation. Moscow, August 2–3.

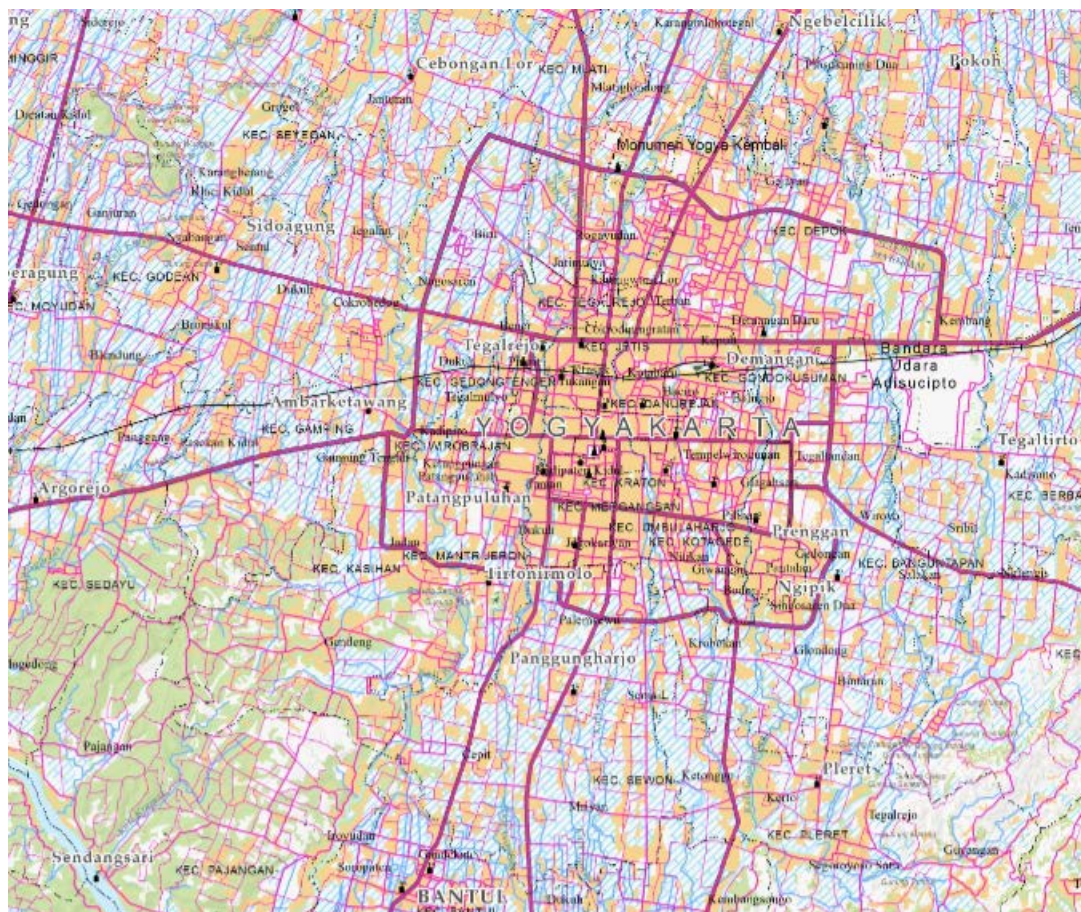
Regnauld, N. 2011. “OS Vectormap District: Automated Generalisation, Text Placement and Conflation in Support of Making Pubic Data Public.” In 25th International

Stoter, J., Post, M., van Altena, V., Nijhuis, R. and Bruns, B., 2014. Fully automated generalization of a 1: 50k map from 1: 10k data. *Cartography and Geographic Information Science*, 41(1), pp.1-13.

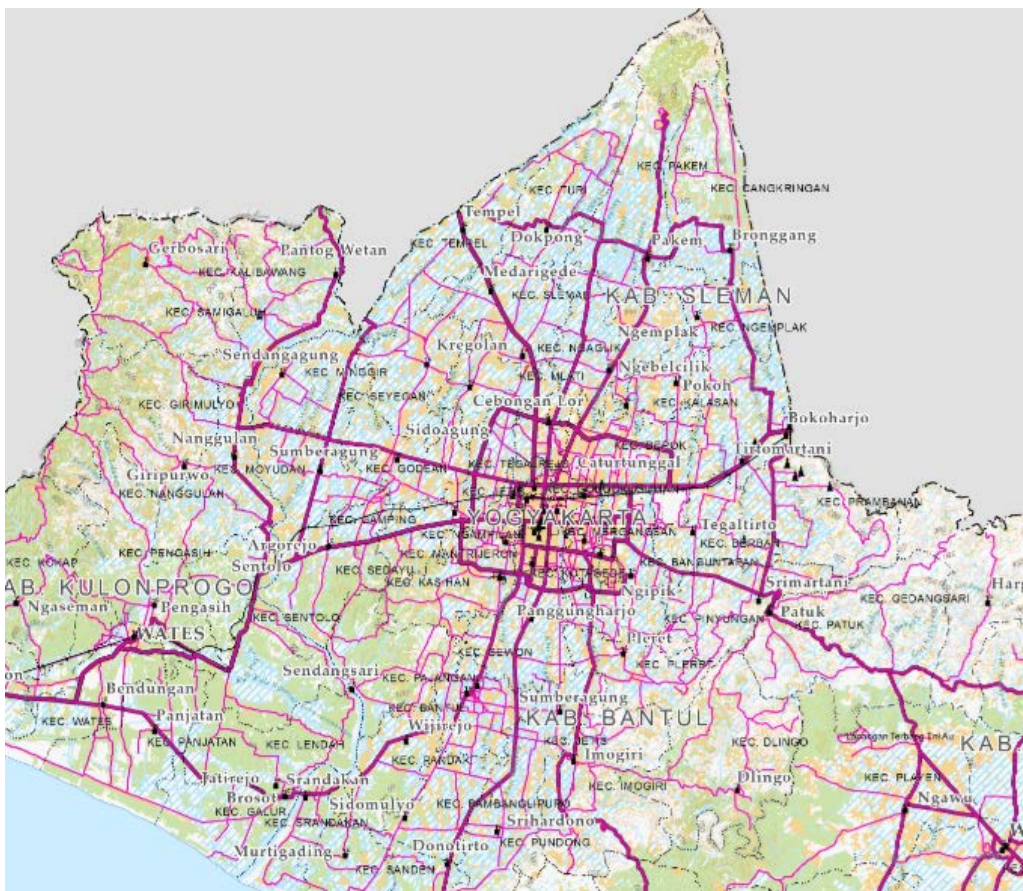
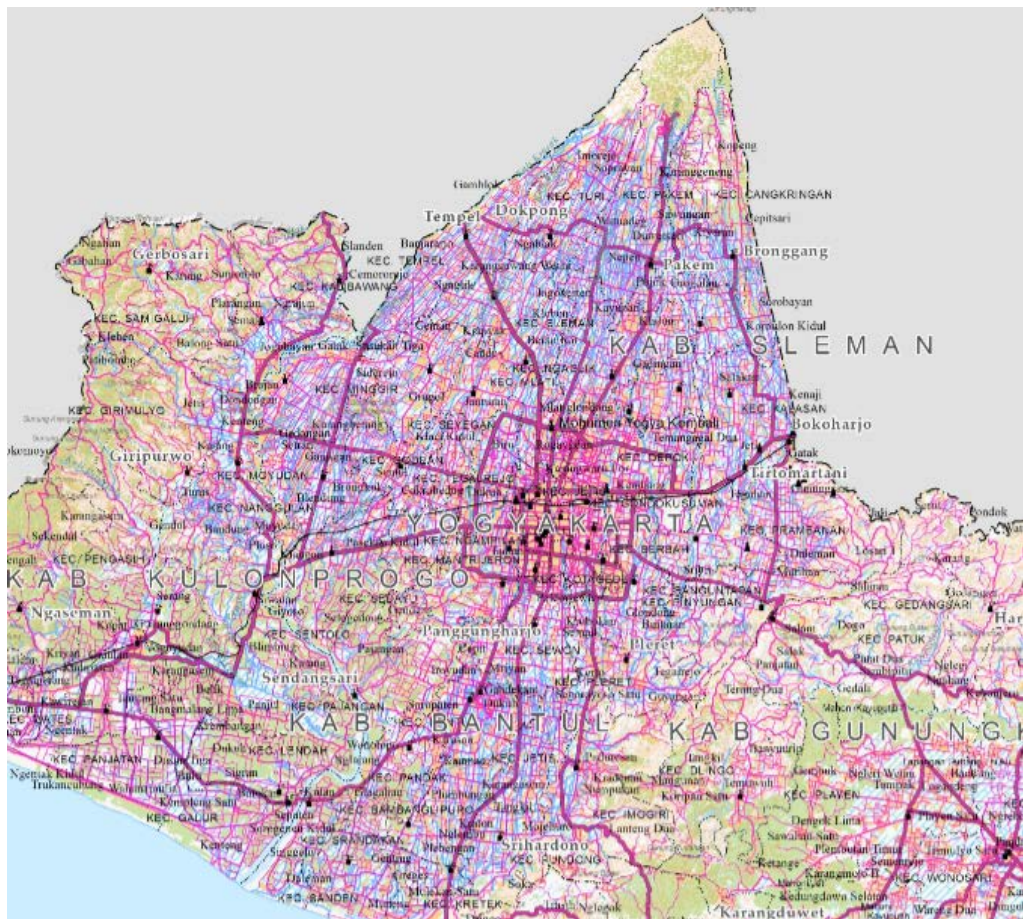
Susetyo, D.B., 2015. Generalisasi Kartografis pada Peta Rupabumi Indonesia (RBI) Skala 1:25.000 menjadi 1:50.000. *Simposium Nasional Sains Geoinformasi IV*. pp. 217-225.



Gambar 11. Peta skala 1:50.000 hasil pengecilan software (atas) dan peta skala 1:50.000 hasil generalisasi (bawah)



Gambar 12. Peta skala 1:100.000 hasil pengecilan software (atas) dan peta skala 1:100.000 hasil generalisasi (bawah)



Gambar 13. Peta skala 1:250.000 hasil pengecilan software (atas) dan peta skala 1:250.000 hasil generalisasi (bawah)